

Sistem Pemantauan Mesin Cetak Pada Industri Percetakan Berbasis *Personal Computer*

Sutrisno¹, Hang Suharto¹ dan Joni Fat¹

Abstrak: Due to the lack of time an industrial business owner has to oversee the manufacturing process, it causes problem like the delay report from the employees about the damage happens to the machine. This causes other problems such as delay time calling the technician to check and repair any damage that happen to the machine, and unable to meet the amount of products produced as ordered. The purpose of this design is to create a system which can monitor a printing machine from a computer. The monitoring of the machine in this design is done by simulation. Monitoring is done through a computer screen, where it displays a representation of the machine which is being monitored. The system monitors the status of the machine, the damage in the machine and the amount of products that the machine has produced. From the testing result, the system manages to successfully display the conditions of the machine according to the input given.

Keywords: monitoring, printing machine, computer.

Abstrak: Sedikitnya waktu yang dimiliki oleh seorang pemilik usaha industri untuk memantau proses produksi menyebabkan timbulnya masalah berupa keterlambatan karyawan memberitahukan kerusakan pada mesin. Hal tersebut menimbulkan masalah seperti keterlambatan memanggil teknisi untuk memeriksa dan memperbaiki mesin serta keterlambatan dalam pemenuhan jumlah produk sesuai dengan pesanan. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat sistem yang dapat melakukan pemantauan pada mesin cetak yang dilakukan melalui sebuah komputer. Pemantauan mesin dilakukan secara simulasi. Pemantauan dilakukan melalui layar komputer yang menampilkan representasi dari mesin yang dipantau. Pemantauan dilakukan terhadap kondisi dari mesin, kerusakan yang terjadi serta jumlah produk yang telah diproduksi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini berhasil memberikan tampilan yang sesuai dengan kondisi yang di input dalam pengujian.

Kata kunci: pemantauan, mesin cetak, komputer.

PENDAHULUAN

Pemilik usaha industri sering kali menemukan beberapa masalah yang disebabkan oleh sedikitnya jumlah waktu yang dialokasikan untuk memantau proses produksi dalam pabriknya, disebabkan karena banyaknya masalah lain yang harus diselesaikan. Salah satu masalah yang terjadi adalah keterlambatan dari para karyawan untuk memberitahukan mengenai kerusakan yang terjadi pada mesin. Hal tersebut menyebabkan produsen terlambat memanggil teknisi untuk memeriksa dan memperbaiki kerusakan yang terjadi pada mesin. Berbagai masalah yang telah disebutkan di atas menimbulkan masalah lain yaitu keterlambatan dalam memenuhi jumlah produk sesuai dengan pesanan saat produk harus dikirim kepada konsumen. Kinerja teknisi yang lambat dalam menangani kerusakan yang terjadi pada mesin juga dapat menimbulkan masalah tersendiri bagi produsen.

Berdasarkan masalah-masalah tersebut, penulis merancang suatu sistem pemantauan untuk mesin industri. Pemantauan mesin dapat dilakukan melalui komputer dimana pada komputer akan ditampilkan representasi dari mesin yang akan dipantau. Pemantauan yang dilakukan pada mesin berupa kondisi dari mesin, kerusakan yang terjadi pada mesin dan jumlah produk yang telah diproduksi oleh mesin.

Survei dilakukan sebanyak dua kali. Survei pertama dilakukan di pabrik Percetakan Wijaya Makmur yang berlokasi di Jl. Gardu Asem No.10 pada tanggal 1 Maret 2012. Survei pertama dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan wawancara dengan pemilik percetakan tentang pemeriksaan kondisi mesin, pencatatan dan pembuatan laporan produksi, laporan kerusakan dan kondisi mesin. Pemeriksaan kondisi mesin dilakukan secara manual yaitu dengan cara melihat lampu indikator yang ada pada mesin. Pencatatan hasil produksi dilakukan secara manual oleh karyawan dengan cara mencatat nilai yang terdapat pada *counter* yang terdapat pada mesin, selanjutnya baru dibuat laporan produksi dengan menggunakan komputer. Tidak terdapat laporan mengenai kerusakan yang terjadi pada mesin, kerusakan yang terjadi pada mesin diberitahukan secara lisan oleh karyawan atau teknisi kepada pemilik usaha. Pemeriksaan kondisi mesin dan pembuatan laporan produksi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Lampu indikator kerusakan mesin dapat dilihat pada Gambar 3

Survei kedua dilakukan di percetakan Q-MAX yang beralamat di Jl Mantri No.81F pada tanggal 7 April 2012. Survei dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan wawancara dengan pemilik percetakan tentang cara pemeriksaan kondisi mesin, pencatatan dan pembuatan laporan hasil produksi serta laporan kerusakan dan kondisi mesin. Hasil survei menunjukkan bahwa pada percetakan tersebut pemeriksaan kondisi mesin dilakukan dengan melihat lampu indikator pada mesin, pencatatan hasil produksi dilakukan dengan cara melakukan pencatatan nilai yang terdapat pada *counter* mesin oleh karyawan, pembuatan laporan produksi dilakukan dengan cara menulis hasil pencatatan hasil produksi dari karyawan pada buku laporan oleh pemilik percetakan sendiri dan tidak terdapat laporan mengenai kondisi dan kerusakan mesin. Pemeriksaan kondisi mesin serta lampu indikator dan *counter* pada mesin dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Sistem yang dirancang adalah sistem pemantauan pada mesin cetak di percetakan *offset*. Sistem ini memungkinkan untuk melakukan pemantauan terhadap mesin yang dimiliki dari dalam kantor melalui sebuah komputer, tanpa harus pergi menuju tempat mesin berada. Pemantauan dalam perancangan ini dilakukan secara simulasi dimana yang akan dipantau adalah kondisi serta kerusakan pada mesin, serta jumlah produk yang telah diproduksi oleh mesin.

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara Jakarta



■ **Gambar 1.** Pemeriksaan Kondisi Mesin di Percetakan Wijaya Makmur



■ **Gambar 2.** Pembuatan Laporan Produksi di Percetakan Wijaya Makmur



■ **Gambar 3.** Lampu Indikator Kerusakan pada Mesin *OLIVER* Tipe 258E



■ **Gambar 4.** Pemeriksaan Kondisi Mesin pada Percetakan Q-MAX



■ **Gambar 5.** Lampu Indikator dan *Counter* Mesin Cetak di Percetakan Q-MAX

Informasi yang didapatkan tersebut nantinya akan ditampilkan pada layar komputer. Tampilan pada komputer nantinya akan berupa gambar yang merupakan representasi dari mesin yang dipantau, selain itu pada sistem juga menghasilkan laporan, laporan yang akan dibuat terdiri dari laporan produksi, serta laporan kerusakan mesin. Laporan produksi berisi tentang jumlah produk yang telah diproduksi oleh mesin, sedangkan laporan kerusakan mesin berisi mengenai kerusakan apa saja yang telah terjadi pada mesin. Laporan tersebut nantinya akan disimpan dalam sebuah *database* sehingga memungkinkan agar laporan tersebut dapat dilihat kembali sewaktu-waktu.

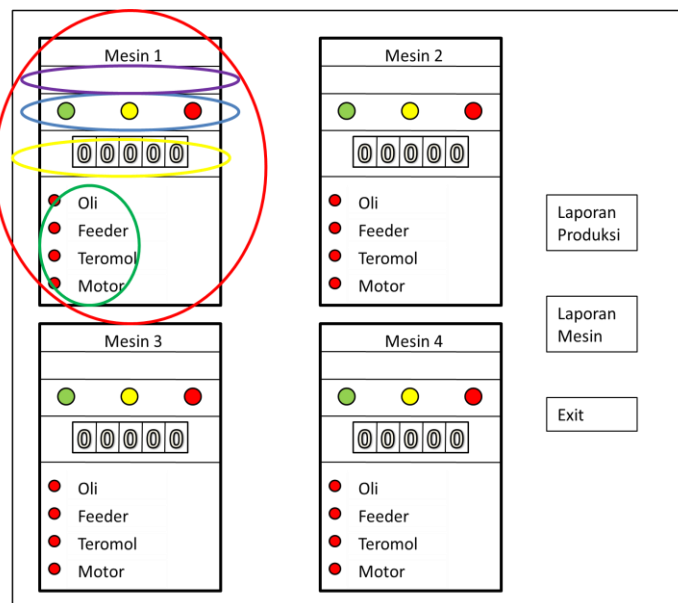
KAJIAN PUSTAKA

Sistem yang dirancang adalah sistem pemantauan mesin cetak pada industri percetakan. Dalam perancangan sistem, simulasi *input* mengenai kondisi dan kerusakan pada mesin dari panel mesin dilakukan dengan menggunakan *toggle switch* di mana besar tegangan *input* dari *toggle switch* disamakan dengan besar tegangan input dari panel mesin bernilai 0 dan 24 V.

Tegangan dari *toggle switch* harus dikonversi terlebih dahulu sebelum masuk ke mikrokontroler. Konversi tegangan dilakukan dengan menggunakan modul *optocoupler*. Selain digunakan untuk melakukan konversi tegangan dari *toggle switch*, *optocoupler* juga digunakan untuk melakukan konversi tegangan dari *signal counter*. Modul *Signal counter* dalam perancangan ini digunakan untuk menghasilkan sinyal *clock* yang digunakan untuk simulasi pengambilan data jumlah hasil produksi dari mesin.

Mikrokontroler dihubungkan dengan komputer menggunakan jalur komunikasi. Pada komputer akan ditampilkan representasi dari mesin yang dipantau, serta informasi yang ditampilkan berupa kondisi mesin, kerusakan yang sedang terjadi, serta tampilan dari *counter* yang menunjukkan jumlah produk yang telah diproduksi, serta juga terdapat *icon* yang jika di-*click* maka akan menampilkan laporan produksi serta laporan kondisi dan kerusakan mesin. Laporan hasil produksi akan disimpan secara otomatis kedalam *database* saat terjadi perubahan pada data dari mesin yang dipantau. Jenis kerusakan yang akan dipantau pada perancangan sistem ini antara lain meliputi bagian motor, *feeder* kertas, teromol pemisah serta oli. Laporan kondisi dan kerusakan pada mesin akan disimpan secara otomatis.

Pengambilan data mengenai kondisi, kerusakan dan hasil produksi dari mesin pada perancangan sistem ini akan dilakukan dengan cara melakukan simulasi. Simulasi yang akan dilakukan bertujuan untuk menunjukan bahwa sistem yang dirancang mampu mendeteksi terjadinya perubahan mengenai kondisi dari mesin, kerusakan pada mesin serta jumlah hasil produksi. Ilustrasi tampilan pada komputer, laporan hasil produksi dan laporan kondisi dan kerusakan mesin dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



■ Gambar 6. Tampilan pada Komputer

Gambar yang terdapat di dalam lingkaran merah pada Gambar 6 merupakan representasi dari mesin yang dipantau di mana satu gambar merepresentasikan satu mesin. Gambar dalam lingkaran biru menunjukkan kondisi dari mesin. Warna merah menunjukkan kondisi *off*, warna kuning kondisi *standby* dan warna hijau kondisi *on*. Gambar dalam lingkaran kuning adalah *counter* yang akan menampilkan hasil produk yang telah diproduksi, gambar pada lingkaran hijau menunjukkan jenis kerusakan yang terjadi dan bagian yang ditandai dengan lingkaran berwarna ungu menunjukkan bagian yang akan menampilkan nama dari produk yang diproduksi.

Bagian “Laporan Produksi” pada tampilan digunakan untuk menampilkan laporan hasil produksi sedangkan bagian “Laporan Mesin” digunakan untuk menampilkan laporan kondisi dan kerusakan mesin. Bagian “Exit” digunakan untuk keluar dari tampilan sistem.

Laporan Hasil Produksi					
No	Produksi	Tanggal	Bulan	Tahun	Jumlah Produksi

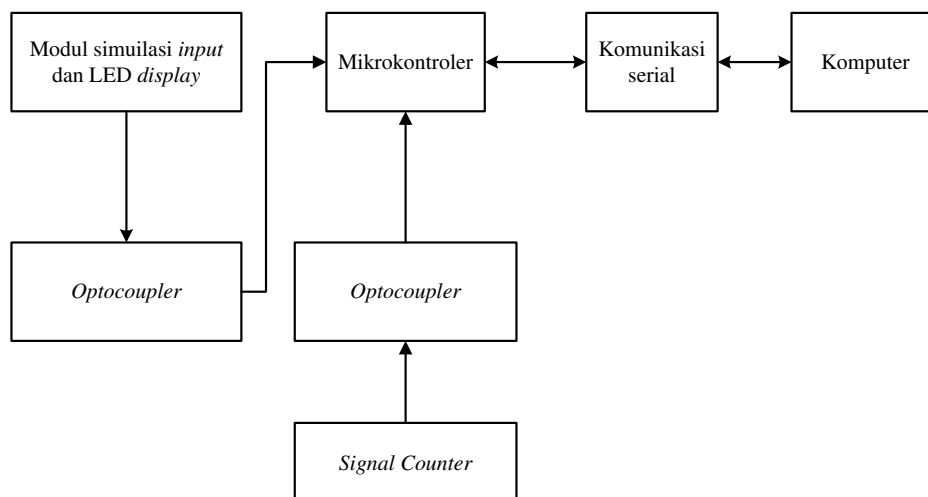
■ Gambar 7. Laporan Hasil Produksi

Laporan Kondisi dan Kerusakan Mesin					
No	Tanggal	Bulan	Tahun	Jam	Kondisi

■ Gambar 8. Laporan Kondisi dan Kerusakan Mesin

Diagram Blok

Diagram blok dari rancangan sistem pemantauan mesin cetak pada industri percetakan dapat dilihat pada Gambar 9.

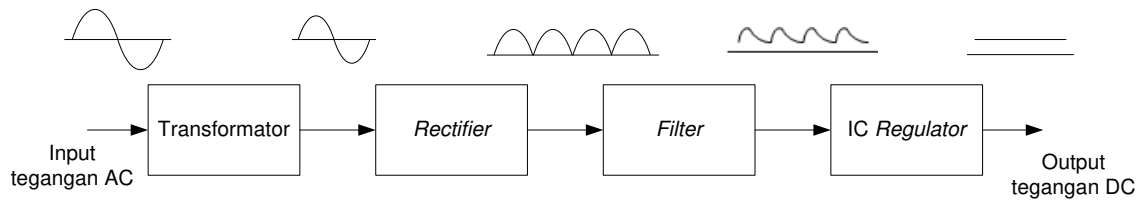


■ Gambar 9. Diagram Blok Rancangan Sistem

Catu Daya

Catu daya digunakan untuk memberikan tegangan bagi alat-alat serta rangkaian elektronik agar dapat bekerja. Tegangan keluaran dari catu daya biasanya berupa tegangan *direct current* (DC) yang dihasilkan setelah melewati berbagai proses seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10.

Tegangan *alternating current* (AC) dihubungkan dengan transformator *step down* untuk menurunkan tegangan AC menjadi besar tegangan DC yang diinginkan. Selanjutnya tegangan yang telah diturunkan masih berupa tegangan AC sehingga diperlukan *rectifier* yang berupa *dioda bridge* untuk menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC. Tegangan DC dari *rectifier* masih memiliki *ripple*, maka diperlukan kapasitor yang berfungsi sebagai *filter* untuk menghaluskan *ripple* tersebut dan diteruskan melalui *regulator* untuk menstabilkan tegangan *output* yang dihasilkan.



■ Gambar 10. Diagram Blok Catu Daya [1]

IC *regulator* yang digunakan dalam perancangan ini ada dua, yaitu IC *regulator* LM 7805 dan IC *regulator* LM 7824. Dipilihnya kedua IC tersebut karena memiliki besar tegangan keluaran yang sesuai dengan yang dibutuhkan dalam perancangan, yaitu 5 V_{DC} untuk IC *regulator* LM 7805 dan 24 V_{DC} untuk IC *regulator* LM 7824. Kaki pin kedua IC tersebut adalah pin tegangan masukan (*IN*), pin *ground* (*GND*), dan pin tegangan keluaran (*OUT*).

Switch

Switch adalah sebuah alat yang digunakan untuk memutuskan atau menyambungkan suatu rangkaian elektronik sehingga arus listrik dapat diatur untuk mengalir atau tidak. *Switch* yang paling umum digunakan dan paling banyak variasi konfigurasi kontakannya adalah *toggle switch*. Setiap *switch* terdiri dari satu atau lebih kutub, masing-masing kutub adalah *switch*. Salah satu konfigurasi kontak yang paling sederhana adalah *single pole single throw* (SPST). SPST hanya memiliki satu kontak untuk terbuka atau tertutup. Jenis lain adalah *single pole double throw switch* (SPDT) memiliki dua kontak A dan B. Lengan penggerak disebut *common* atau *wiper*. Tipe *switch* yang digunakan ada 2 yaitu SPST dan SPDT. Tipe SPST biasanya digunakan sebagai aplikasi *on-off* sedangkan tipe SPDT digunakan untuk mengalihkan suatu rangkaian dengan rangkaian elektronik lainnya.

Toggle switch dalam perancangan ini digunakan dalam modul simulasi *input* dan LED *display* yang berfungsi untuk mensimulasikan kondisi dari mesin yang dipantau. Tipe *switch* yang digunakan dalam perancangan adalah *toggle switch* tipe SPDT.

Light Emitting Diode

Light emitting diode (LED) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai sumber cahaya semikonduktor yang memiliki struktur yang sama dengan sebuah dioda. LED bekerja ketika elektron masuk ke sambungan P-N. Proses ini melepaskan energi berupa panas dan cahaya. Energi cahaya didapatkan dengan memakai *doping* berupa *gallium*, *arsenic* dan *phosphorus* [2]. Warna cahaya yang dihasilkan bergantung pada jenis *doping* yang digunakan. Dalam memilih komponen LED perlu diperhatikan beberapa hal seperti warna, tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi daya-nya.

IC Timer

IC timer adalah sebuah *integrated circuit* yang biasanya digunakan untuk berbagai jenis *timer* dan *multivibrator*. IC tersebut memiliki tiga macam mode operasi[3], yaitu:

- Mode *monostable*
Pada mode ini, IC menghasilkan keluaran berupa sebuah pulsa yang akan dihasilkan ketika IC mendapatkan *input trigger*. Dalam kondisi ini, *output* dari IC terus berada dalam kondisi *low* sampai terjadi *input trigger*.
- Mode *astable*
Pada mode ini, IC menghasilkan keluaran berupa pulsa yang bersifat kontinu sesuai dengan frekuensi yang dibutuhkan.

IC *timer* yang digunakan dalam alat ini adalah IC tipe 555. IC ini memiliki besar tegangan masukan sebesar 5 V_{DC}. Keluaran dari IC ini berupa logika 0 atau 1 yang dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal *clock* yang digunakan dalam perancangan. IC 555 ini hanya memiliki sebuah *timer* yang terdiri dari 8 *pin* masukan dan keluaran.

Optocoupler

Optocoupler atau yang biasa disebut juga sebagai *opto-isolator* adalah sebuah komponen elektronik yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian *transmitter* yang biasanya terdiri atas sebuah LED infra merah dan bagian

receiver yang terdiri atas komponen penerima cahaya yang dapat berupa photodioda ataupun phototransistor. *Optocoupler* biasa digunakan untuk mengisolasi *common* rangkaian *input* dengan *common* rangkaian *output* sehingga sumber tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian *input* ataupun pada rangkaian *output*.

Cara kerja dari sebuah *optocoupler* adalah sebagai berikut:

- Jika antara photodioda dengan LED terhalang, maka photodioda akan berada dalam kondisi *off* yang menyebabkan *output* dari kolektor akan berlogika *high*.
- Jika antara photodioda dengan LED tidak terhalang, maka photodioda akan berada dalam kondisi *on* yang menyebabkan *output* dari kolektor akan berlogika *low*.

Optocoupler dalam alat ini digunakan untuk mengubah tegangan masukan sebesar 24 V menjadi tegangan sebesar 5 V. Selain itu *optocoupler* juga digunakan sebagai pelindung untuk salah satu bagian dari sistem yang dirancang jika terjadi kerusakan pada bagian lain dari sistem. IC *Optocoupler* yang digunakan dalam perancangan ini adalah IC 4N35.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *chip* komputer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk melakukan pengontrolan terhadap berbagai perangkat lainnya. Mikrokontroler terdiri dari beberapa bagian [4], yaitu

- *Central Processing Unit* (CPU) merupakan bagian paling penting dalam suatu mikrokontroler. Bagian ini melakukan pemrosesan data.
- *Random Access Memory* (RAM) merupakan memori tempat penyimpanan data sementara.
- *Erasable Programmable Read Only Memory* (EPROM/PROM/ROM) merupakan memori tempat penyimpanan program yang bersifat permanen.
- *Input/Output* (I/O) serial dan paralel merupakan unit yang berfungsi untuk dapat berkomunikasi secara paralel atau serial dengan PC dan perangkat standar digital lainnya.
- *Timer* dan *Counter* berguna untuk mengatur pewaktuan pada sistem berbasis mikrokontroler, misalnya untuk *delay* dan pencacah.

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan ini adalah buatan ATMEL dengan tipe AT89S51. Mikrokontroler tersebut dipilih karena memiliki fitur-fitur yang mendukung perancangan sistem ini, antara lain:

- Memiliki 32 *port* I/O,
- Mampu mengerjakan operasi hitung dan operasi logika,
- Memiliki kapasitas *Read Access Memory* (RAM) sebesar 128 x 8 bit,
- Memiliki 4 kilobyte *Flash Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM),
- Dapat bekerja pada tegangan +4 V_{DC} sampai dengan +5.5 V_{DC},
- Komunikasi serial *full duplex*,
- Kemampuan bekerja pada frekuensi 0 Hz sampai dengan 33 MHz.

Mikrokontroler tipe ini juga banyak tersedia di pasaran dengan harga terjangkau serta mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan *non volatile memory technology* yaitu kemampuan memori menyimpan data program yang ada.

Komunikasi Serial

Komunikasi data digunakan sebagai penghubung antara *personal computer* (PC) dengan mikrokontroler agar dapat berkomunikasi. Komunikasi data dapat dilakukan secara serial dan paralel. Pada perancangan digunakan komunikasi data serial, yang dilakukan dengan mengirim dan menerima data 8 bit secara satu per satu.

Komunikasi serial (*Recommended Standard number* 232/RS-232) merupakan standar komunikasi serial yang didefinisikan sebagai antarmuka antara perangkat terminal data dan perangkat komunikasi data menggunakan pertukaran data biner secara serial yang ditetapkan oleh *Electronic Industry Association* pada tahun 1962. Pada komunikasi serial terdapat dua macam tipe ukuran *port*, yaitu DB-25 dan DB-9. Pada dasarnya hanya 3 pin yang terpakai, yaitu pin pengirim, penerima dan *ground*.

Komunikasi yang digunakan dalam alat ini adalah komunikasi serial, oleh sebab itu dipilih IC MAX-232 yang digunakan untuk mengatur komunikasi antara komputer dengan mikrokontroler. IC ini digunakan untuk mengubah *level* tegangan TTL pada mikrokontroler ke *level* tegangan RS-232 pada komputer, dan begitu juga sebaliknya agar komunikasi antara komputer dengan mikrokontroler dapat berjalan dengan baik.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Modul Catu Daya

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian modul catu daya dapat menghasilkan tegangan *output* yang stabil atau tidak, sesuai dengan nilai tegangan yang diinginkan. Pengujian modul catu daya dilakukan dengan dua cara, yaitu pengujian tanpa menggunakan beban dan pengujian dengan menggunakan beban. Pengujian dilakukan untuk empat buah modul catu daya yaitu dua modul catu daya dengan tegangan keluaran 5 V_{DC} dan dua modul catu daya dengan tegangan keluaran 24 V_{DC}. Alat ukur tegangan yang digunakan pada pengujian ini adalah multimeter digital.

Pengujian pertama catu daya dengan sumber tegangan 220 V_{AC} dilakukan tanpa menggunakan beban. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan multimeter ke *output* dari catu daya. Dari pengujian dengan multimeter, didapatkan bahwa besar tegangan keluaran dari modul catu daya 5 V pertama dan kedua sebesar 4,95 V dan besar tegangan keluaran dari modul catu daya 24 V pertama dan kedua adalah 23,90 V untuk modul catu daya 24 V pertama, serta 23,89 V untuk modul catu daya kedua.

Pengujian kedua catu daya dilakukan dengan menghubungkan beban yang dipasang pada *output* dari modul catu daya dan kemudian dihubungkan dengan multimeter. Beban yang digunakan adalah resistor yang nilainya sudah ditentukan terlebih dahulu. Terakhir beban resistor diganti dengan beban dari alat yang dirancang. Alat yang dirancang mempunyai beban 500 ohm. Hasil pengujian modul catu daya 5V tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil pengujian modul catu daya 24V dengan beban dapat dilihat pada Tabel 2.

■ **Tabel 1.** Hasil pengujian modul catu daya 5V tanpa beban

Beban (ohm)	Tegangan keluaran modul catu daya 5V pertama (volt)	Tegangan keluaran modul catu daya 5V kedua (volt)
100	4,91	4,91
300	4,91	4,91
500	4,92	4,91
1000	4,92	4,91
1200	4,92	4,93
Rata-rata	4,916	4,914

■ **Tabel 2.** Hasil pengujian modul catu daya 24V dengan beban

Beban (ohm)	Tegangan keluaran modul catu daya 24v pertama (volt)	Tegangan keluaran modul catu daya 24v kedua (volt)
100	23,83	23,82
200	23,83	23,82
500	23,85	23,84
1000	23,85	23,84
1200	23,85	23,86
Rata-rata	23,842	23,836

Modul Simulasi *Input* dan LED *Display*

Pengujian modul simulasi *input* dan LED *display* dilakukan dengan tujuan untuk memastikan apakah modul berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran dari modul dan dilakukan pengamatan terhadap LED. Hasil pengujian modul simulasi *input* dan LED *display* dapat dilihat pada Tabel 3.

Modul *Signal Counter*

Pengujian modul *Signal Counter* dilakukan dengan tujuan untuk memastikan apakah modul berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *oscilloscope* untuk melihat apakah gelombang yang dihasilkan sesuai dengan hasil yang diinginkan atau tidak. Hasil pengujian dari modul *signal counter* dapat dilihat pada Gambar 11.

Hasil pengujian menunjukkan sinyal persegi dengan frekuensi. hasil tersebut menunjukkan bahwa modul yang dirancang berjalan dengan baik, hal tersebut dikarenakan modul yang dirancang dapat menghasilkan sinyal persegi dengan *range* frekuensi 0,28 Hz sampai dengan 0,48 Hz, sedangkan dalam pengujian didapatkan frekuensi sebesar 0,4 Hz.

Modul *Optocoupler*

Pengujian modul *optocoupler* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah modul dapat berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter digital. Multimeter digunakan

untuk mengukur besar tegangan keluaran dari modul. Hasil pengujian modul *optocoupler* dapat dilihat pada Tabel 4.

■ **Tabel 3.** Hasil Pengujian Modul Simulasi *Input* dan LED *Display*

Kondisi Switch	Modul simulasi <i>input</i> dan LED <i>display</i> pertama		Modul simulasi <i>input</i> dan LED <i>display</i> kedua	
	Tegangan keluaran (volt)	Kondisi LED	Tegangan keluaran (volt)	Kondisi LED
S1 <i>on</i>	23,90	<i>on</i>	23,87	<i>on</i>
S1 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>
S2 <i>on</i>	23,88	<i>on</i>	23,89	<i>on</i>
S2 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>
S3 <i>on</i>	23,90	<i>on</i>	23,90	<i>on</i>
S3 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>
S4 <i>on</i>	23,90	<i>on</i>	23,90	<i>on</i>
S4 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>
S5 <i>on</i>	23,90	<i>on</i>	23,89	<i>on</i>
S5 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>
S6 <i>on</i>	23,87	<i>on</i>	23,90	<i>on</i>
S6 <i>off</i>	0	<i>off</i>	0	<i>off</i>



■ **Gambar 11.** Hasil Pengujian Modul *Signal Counter* Menggunakan *Oscilloscope*

■ **Tabel 4.** Hasil Pengujian Modul *Optocoupler*

Kondisi switch	<i>Optocoupler</i> ke-	Modul <i>optocoupler</i> pertama	Modul <i>optocoupler</i> kedua
		Tegangan Keluaran (volt)	Tegangan Keluaran (volt)
S1 <i>on</i>	1	4,94	4,95
S1 <i>off</i>	1	0	0
S2 <i>on</i>	2	4,94	4,95
S2 <i>off</i>	2	0	0
S3 <i>on</i>	3	4,95	4,95
S3 <i>off</i>	3	0	0
S4 <i>on</i>	4	4,95	4,95
S4 <i>off</i>	4	0	0
S5 <i>on</i>	5	4,95	4,95
S5 <i>off</i>	5	0	0
S6 <i>on</i>	6	4,95	4,95
S6 <i>off</i>	6	0	0
S7 <i>on</i>	7	4,95	4,95
S7 <i>off</i>	7	0	0

Modul Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler dilakukan untuk memastikan apakah mikrokontroler dan *port* I/O berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan program untuk menyalakan LED dengan urutan

yang telah ditentukan ke dalam mikrokontroler. Program yang dirancang pertama kali akan menyalakan LED yang terhubung dengan *port* 2.0, selanjutnya LED yang dinyalakan adalah LED pada *port* 2.1 sampai LED terakhir yang menyala adalah LED pada *port* 2.7. Tabel 5 merupakan hasil pengujian dari modul mikrokontroler pertama dan Tabel 6 merupakan hasil pengujian dari modul mikrokontroler kedua.

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian Modul Mikrokontroler Pertama

Waktu ke-	LED ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
2	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
3	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
4	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
5	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
6	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>
7	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>
8	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on

■ **Tabel 6.** Hasil Pengujian Modul Mikrokontroler Kedua

Waktu ke-	LED ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
2	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
3	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
4	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
5	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
6	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>	<i>off</i>
7	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on	<i>off</i>
8	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	on

Modul Interface RS-232

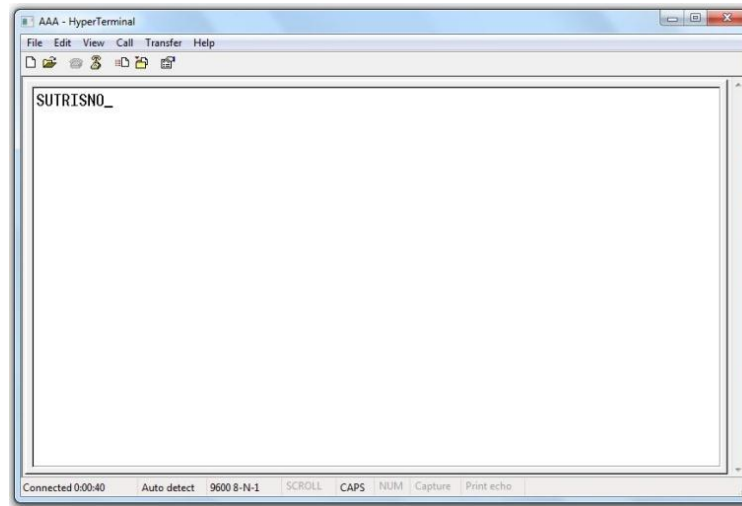
Pengujian modul *interface* dilakukan untuk mengetahui apakah modul dapat meneruskan data yang dikirim dengan baik. Pengujian dilakukan dengan dua cara, pertama dengan mengukur besar tegangan pada pin RS-232 dengan menggunakan multimeter digital, kedua dengan cara mengirimkan data dari mikrokontroler ke komputer dan sebaliknya.

Pengujian pertama dilakukan mengukur besar tegangan pada pin 11 ($T1_{in}$) dan pin 14 ($T1_{out}$) dari IC MAX 232 dengan menggunakan multimeter. Pin 11 pada IC max 232 merupakan tegangan masukan dari mikrokontroler dan pin 14 merupakan tegangan keluaran menuju ke komputer. Setelah dilakukan pengukuran nilai tegangan pada kedua pin tersebut, pengujian dilanjutkan dengan mengukur nilai tegangan pada pin 13 ($R1_{in}$) yang merupakan tegangan masukan dari komputer dan pin 12 ($R1_{out}$) yang merupakan tegangan keluaran menuju mikrokontroler. Hasil pengujian modul *interface* dengan menggunakan multimeter dapat dilihat pada Tabel 4.7.

■ **Tabel 7.** Hasil Pengujian modul *interface* RS-232 dengan multimeter

Modul pertama		Modul kedua	
Nilai Tegangan Masukan	Nilai Tegangan Keluaran	Nilai Tegangan Masukan	Nilai Tegangan Keluaran
<i>Pin</i> 11 = 0	<i>Pin</i> 14 = +9.12	<i>Pin</i> 11 = 0	<i>Pin</i> 14 = +9.13
<i>Pin</i> 11 = +4.94	<i>Pin</i> 14 = -9.06	<i>Pin</i> 11 = +4.92	<i>Pin</i> 14 = -9.15
<i>Pin</i> 13 = +9.15	<i>Pin</i> 12 = 0.12	<i>Pin</i> 13 = +9.14	<i>Pin</i> 12 = 0.13
<i>Pin</i> 13 = -9.08	<i>Pin</i> 12 = +4.93	<i>Pin</i> 13 = -9.07	<i>Pin</i> 12 = +4.94

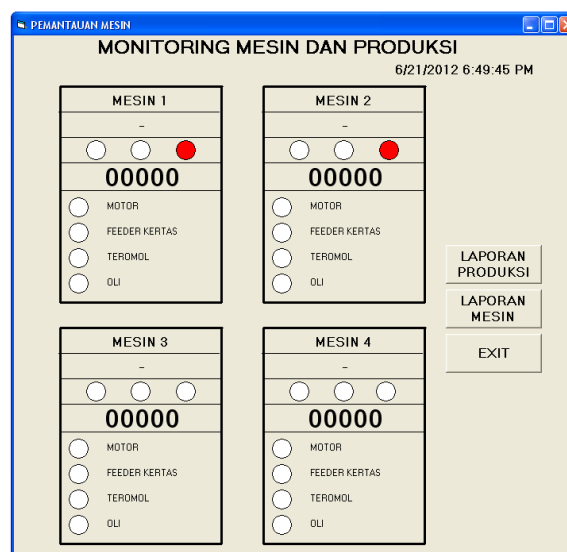
Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan program *Hyper Terminal*. Pertama Modul *interface* dihubungkan dengan komputer, kemudian pin 11 ($T1_{in}$) dan pin 12 ($R1_{out}$) pada modul *interface* dihubungkan agar *input* yang diberikan oleh komputer dapat ditampilkan kembali pada aplikasi *Hyper Terminal*. Pengujian dilakukan dengan memberikan *input* "SUTRISNO". Hasil pengujian modul *interface* dengan menggunakan *Hyper Terminal* dapat dilihat pada Gambar 12.



■ Gambar 12. Hasil Pengujian Modul *Interface* RS-232 Menggunakan *Hyper Terminal*

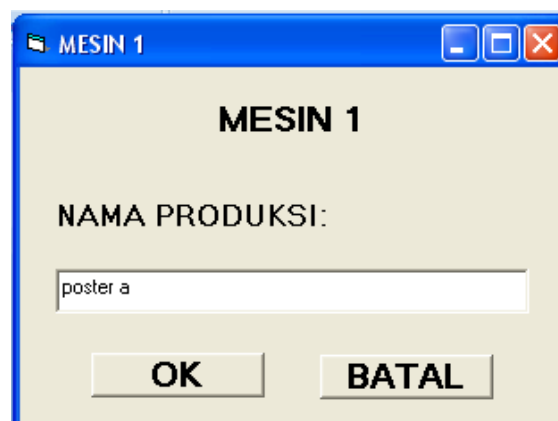
Sistem Keseluruhan

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh modul baik yang dirancang maupun yang tidak dirancang. Langkah-langkah dalam mengoperasikan alat dapat dilihat pada Lampiran 2. Tampilan utama perangkat lunak dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 13.

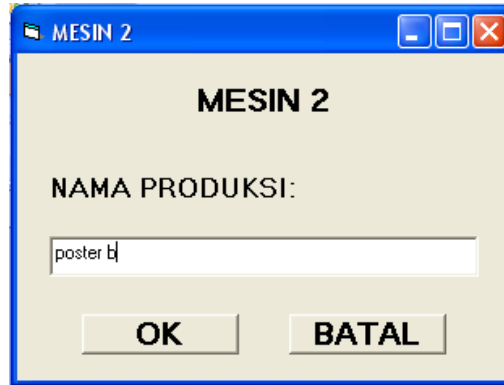


■ Gambar 13. Tampilan Utama Sistem

Pengujian pertama kali dilakukan dengan cara memasukkan nama dari produk yang diproduksi pada mesin 1 dan mesin 2 dengan cara meng-*click* tulisan mesin 1 dan mesin 2 pada tampilan sistem. Tampilan pengisian nama produksi pada mesin 1 dan mesin 2 dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15, gambar tampilan setelah nama produksi dimasukkan dapat dilihat pada Gambar 16.



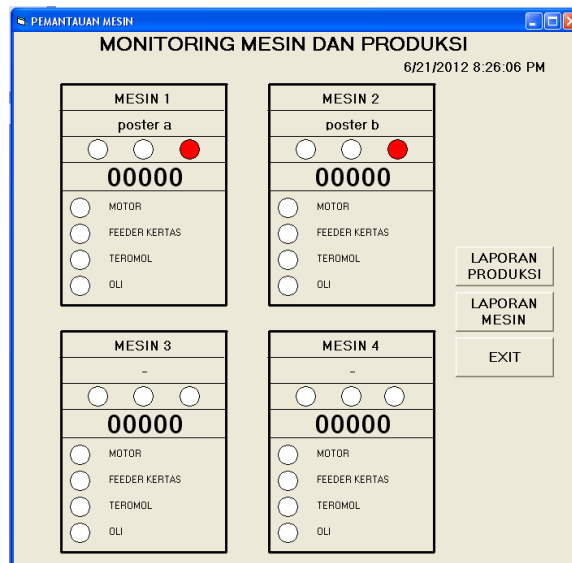
■ Gambar 14. Pengisian Nama Produksi pada Mesin 1



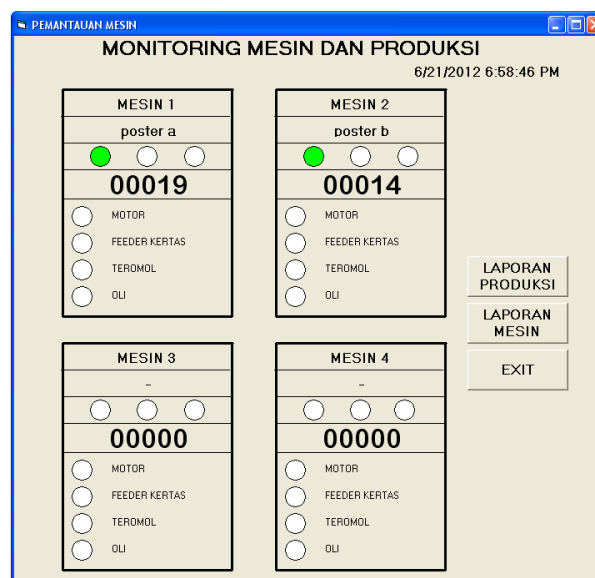
■ Gambar 15. Pengisian Nama Produksi pada Mesin 2

Pengujian berikutnya adalah dengan cara mengatur kondisi dari mesin yang diinginkan yang dilakukan melalui modul simulasi *input* dan LED *display*. Gambar 17 menunjukkan tampilan pada sistem ketika sistem mendapatkan *input* berupa kondisi mesin 1 dan mesin 2 dalam keadaan *on* dan *counter* menunjukkan jumlah produk yang telah diproduksi. Gambar 18 menunjukkan tampilan pada sistem ketika mendapatkan *input* berupa kondisi mesin 1 dan mesin 2 dalam keadaan *standby* serta mesin 1 dan mesin 2 mendapatkan kerusakan, motor pada mesin 1 dan bagian feeder pada mesin 2.

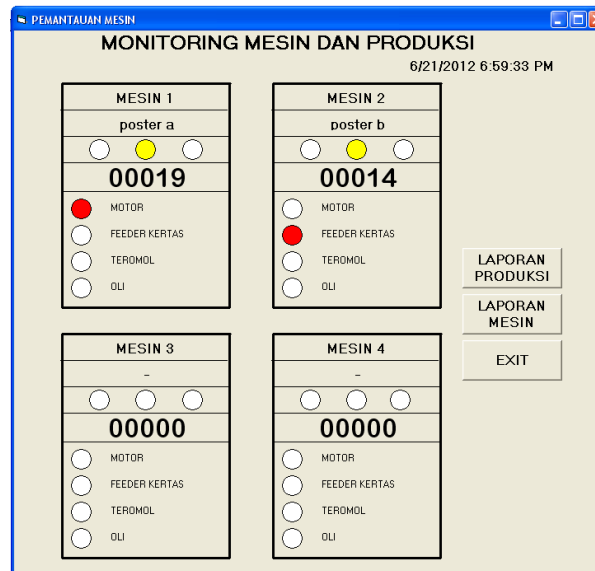
Pengujian selanjutnya dilakukan dengan cara menekan tombol “LAPORAN PRODUKSI” pada tampilan sistem. Tampilan pada menu laporan produksi dapat dilihat pada Gambar 19.



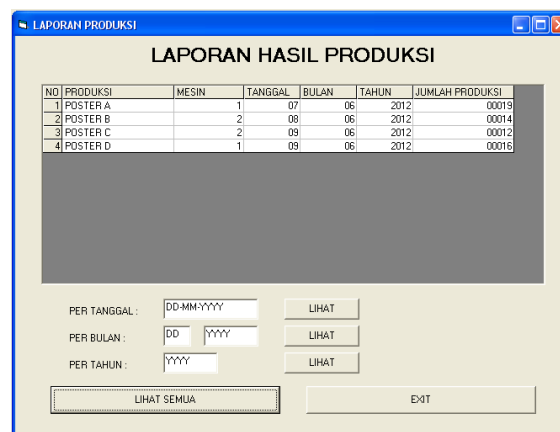
■ Gambar 16. Tampilan Sistem setelah Nama Produksi dimasukkan



■ Gambar 17. Tampilan Sistem Saat Mesin *On* dan *Counter* Menghitung Jumlah Produksi



■ Gambar 18. Tampilan Sistem Saat Mesin *Standby* dan Terjadi Kerusakan pada Mesin



■ Gambar 19. Tampilan Laporan Hasil Produksi

Dalam laporan hasil produksi, nama produk yang diproduksi diisi pada bagian produksi, mesin yang memproduksi mesin dicatat pada bagian mesin dalam laporan, jumlah produksi berisikan data mengenai jumlah produk yang telah diproduksi. Laporan hasil produksi juga dapat dicari berdasarkan tanggal, bulan, tahun atau dapat dilihat semua data laporan yang ada. Langkah berikutnya dalam pengujian sistem secara keseluruhan adalah dengan cara menekan tombol “LAPORAN MESIN” pada tampilan sistem. Ketika tombol ditekan, maka akan muncul tampilan menu laporan kondisi dan kerusakan mesin.

Laporan kondisi dan kerusakan mesin terdiri atas bagian tanggal, bulan, tahun dan jam yang akan diisi dengan data dari tanggal serta jam terjadinya perubahan kondisi mesin atau terjadinya kerusakan pada mesin. Bagian kondisi berisi data mengenai kondisi dari mesin serta kerusakan yang terjadi pada mesin. Laporan kondisi dan kerusakan pada mesin 1 dan mesin 2 dapat dilihat dengan cara memilih mesin 1 atau mesin 2 pada bagian mesin. Laporan kondisi dan kerusakan mesin juga dapat dicari berdasarkan tanggal, bulan, tahun atau dapat dilihat semua data laporan yang ada. Gambar 20 menunjukkan laporan kondisi dan kerusakan mesin pada mesin 1, Gambar 21 menunjukkan laporan kondisi dan kerusakan pada mesin 2.

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pengujian keseluruhan sistem, diketahui bahwa sistem yang dirancang dapat berjalan dengan baik. Hal tersebut berdasarkan tampilan dari sistem yang sesuai dengan *input* yang diatur dari modul simulasi *input* dan LED *display*, serta hasil dari laporan hasil produksi serta laporan kondisi dan kerusakan mesin sesuai dengan *input* dari modul simulasi *input* dan LED *display*.

NO	TANGGAL	BULAN	TAHUN	JAM	KONDISI
1	09	06	2012	09:53:38	TEROMOL
2	09	06	2012	09:53:44	OLI
3	09	06	2012	09:53:47	OLI FIXED
4	09	06	2012	09:53:48	TEROMOL FIXED
5	09	06	2012	09:53:50	FEEDER KERTAS FIXED
6	09	06	2012	09:53:51	MOTOR FIXED
7	21	06	2012	18:49:37	OFF
8	07	06	2012	09:52:39	ON
9	07	06	2012	09:52:44	MOTOR
10	07	06	2012	09:52:45	FEEDER KERTAS
11	07	06	2012	09:52:47	TEROMOL
12	07	06	2012	09:52:48	OLI
13	07	06	2012	09:52:49	MOTOR FIXED
14	07	06	2012	09:52:50	FEEDER KERTAS FIXED

■ Gambar 20. Laporan Kondisi dan Kerusakan pada Mesin 1

NO	TANGGAL	BULAN	TAHUN	JAM	KONDISI
1	08	06	2012	09:50:29	ON
2	08	06	2012	09:50:42	MOTOR
3	08	06	2012	09:50:44	FEEDER KERTAS
4	08	06	2012	09:50:45	TEROMOL
5	08	06	2012	09:50:46	OLI
6	08	06	2012	09:50:48	MOTOR FIXED
7	08	06	2012	09:50:48	FEEDER KERTAS FIXED
8	08	06	2012	09:50:50	TEROMOL FIXED
9	08	06	2012	09:50:50	OLI FIXED
10	09	06	2012	09:51:43	ON
11	09	06	2012	09:51:45	MOTOR
12	09	06	2012	09:51:46	FEEDER KERTAS
13	09	06	2012	09:51:46	TEROMOL
14	09	06	2012	09:51:46	OLI

■ Gambar 21. Laporan Kondisi dan Kerusakan pada Mesin 2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dari keseluruhan sistem, sistem yang dirancang berhasil menampilkan perubahan kondisi mesin dan kerusakan mesin secara langsung ketika *switch* kondisi dan kerusakan pada modul *input* diaktifkan. *Counter* pada tampilan berhasil menampilkan jumlah produk yang telah diproduksi dan nilai pada *counter* akan berubah secara otomatis ketika mendapatkan *input clock* dari modul *input*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. p. 773.
- [2] E. F. Schubert, *Light Emitting Diodes* 2nd ed. USA: Cambridge University Press, 2009. p. 68.
- [3] S. K. Bhattacharya, *Basic Electrical and Electronics Engineering*. India: Dorling Kindersley, 2012. p. 678.
- [4] A.V.Deshmukh, *Microcontrollers: Theory and Applications*. New Delhi: McGraw-Hill Books, 2005. p. 4.